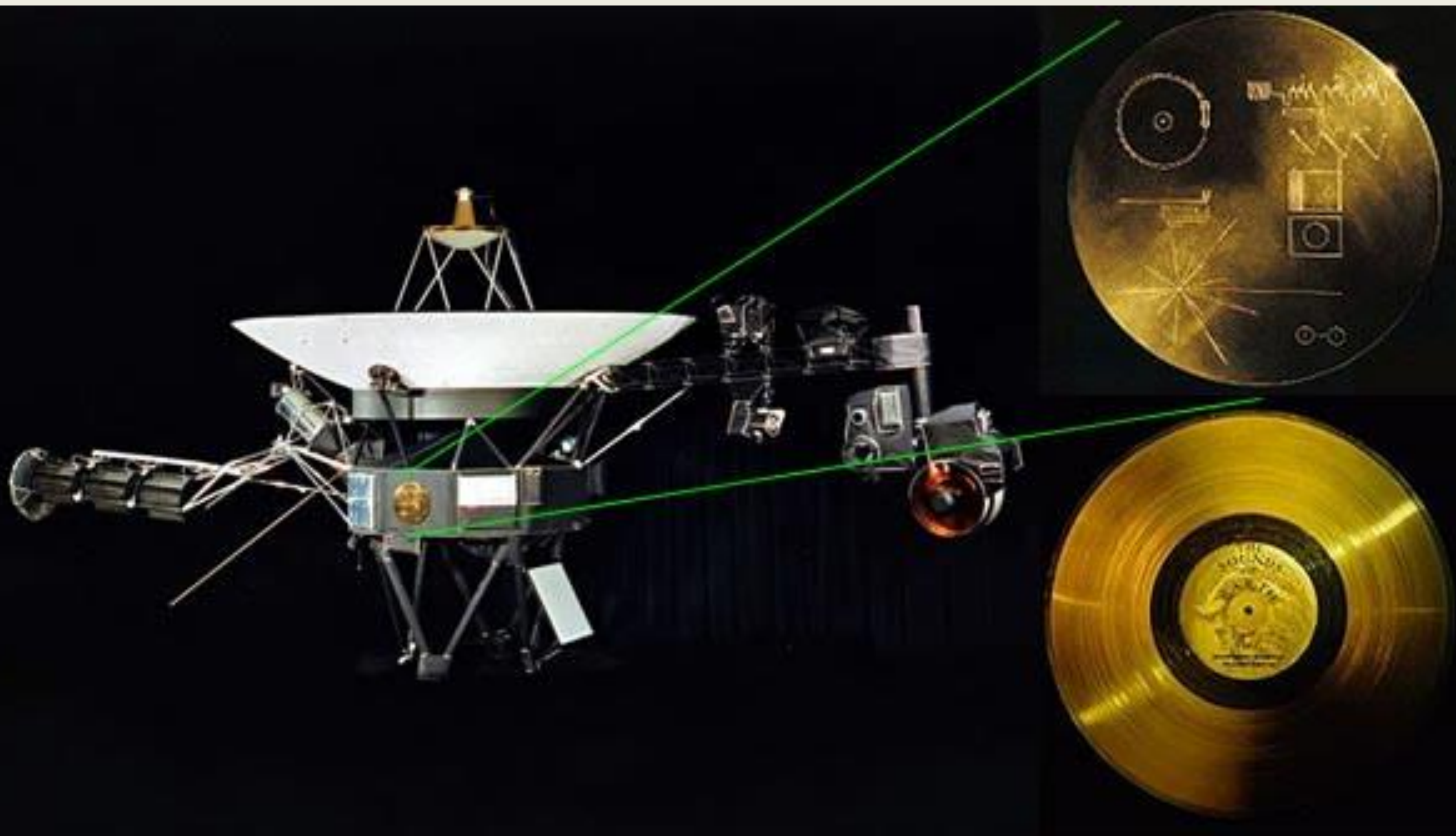
# VOYAGER 1 SE ACERCA AL ESPACIO INTERESTELAR

XE1GXI Francisco Javier

“Boletín Tecnológico AREJ”



## Primero vamos a ver una pequeña historia sobre el Voyager I

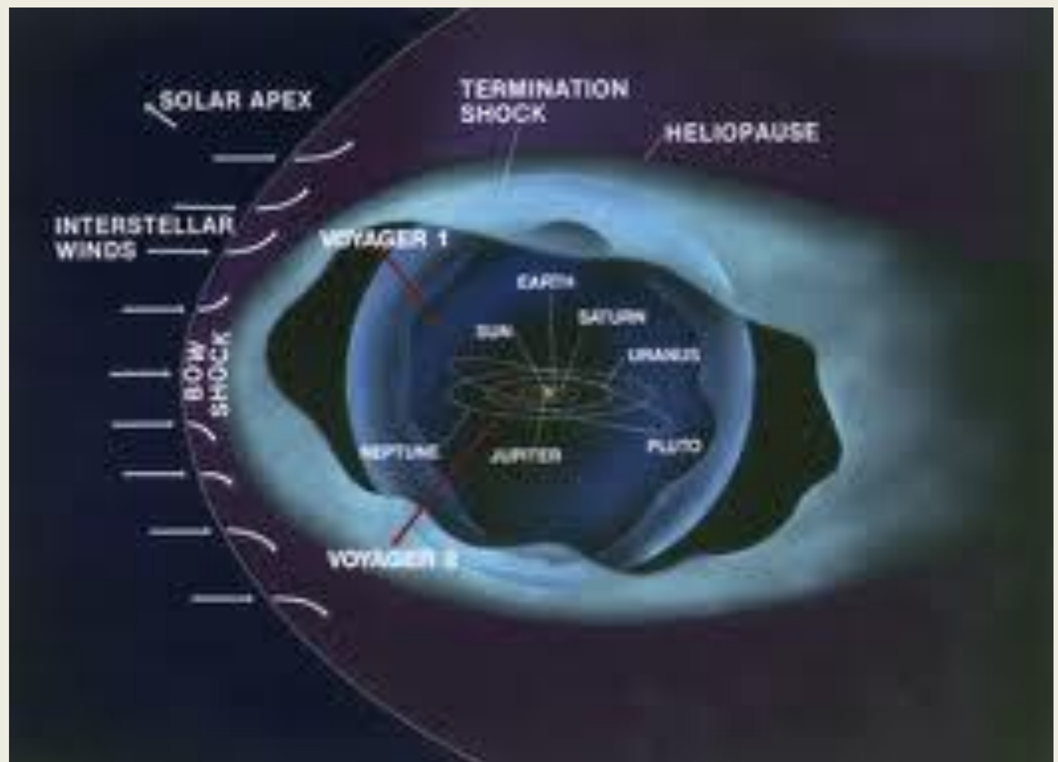
La **Voyager 1** es una sonda espacial robótica de 722 kilogramos, lanzada el 5 de septiembre de 1977, desde Cabo Cañaveral, Florida. Permanece operacional actualmente, prosiguiendo su misión extendida que es localizar y estudiar los límites del sistema solar, incluyendo el cinturón de Kuiper y más allá, así como explorar el espacio interestelar inmediato

, hasta fin de misión. El 25 de agosto de 2012, a poco más de 19 000 millones de kilómetros del astro rey o 122 UA, la sonda deja atrás la heliopausa, siendo la primera en alcanzar el espacio interestelar.[1] Su misión original era visitar Júpiter y Saturno. Fue la primera sonda en proporcionar imágenes detalladas de las lunas de esos planetas

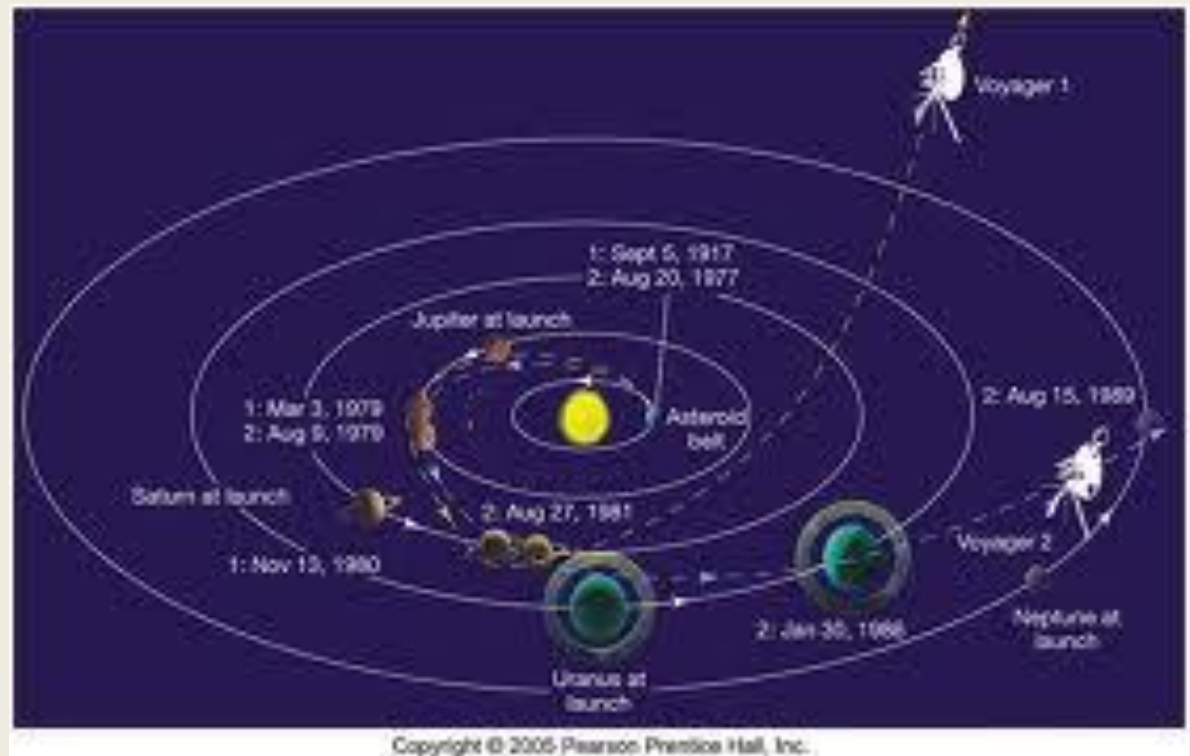


La Voyager 1 es actualmente el objeto hecho por el hombre más alejado de la Tierra, viajando a una velocidad relativa de la Tierra y el Sol mayor que la de ninguna otra sonda espacial. A pesar de que su hermana Voyager 2 fue lanzada 16 días antes, la Voyager 2 nunca rebasará a Voyager 1. Ni tampoco la misión New Horizons a Plutón, a pesar de que fue lanzada de la Tierra a una velocidad superior que las dos Voyager, ya que durante el curso de su viaje, la velocidad de la Voyager 1 fue incrementada debido a tirones gravitacionales asistidos

. La actual velocidad de New Horizons es mayor que la del Voyager 1 pero cuando New Horizons llegue a la misma distancia del Sol de la que la Voyager 1 está ahora, la velocidad será de 13 km/s a diferencia de la del Voyager 1 que es de 17 km/s



Voyager 1 tiene una trayectoria hiperbólica, y ha alcanzado velocidad de escape, lo que significa que su órbita no regresará al Sistema solar interior. Junto con la Pioneer 10, Pioneer 11, Voyager 2 y la New Horizons, Voyager 1 es una sonda interestelar.

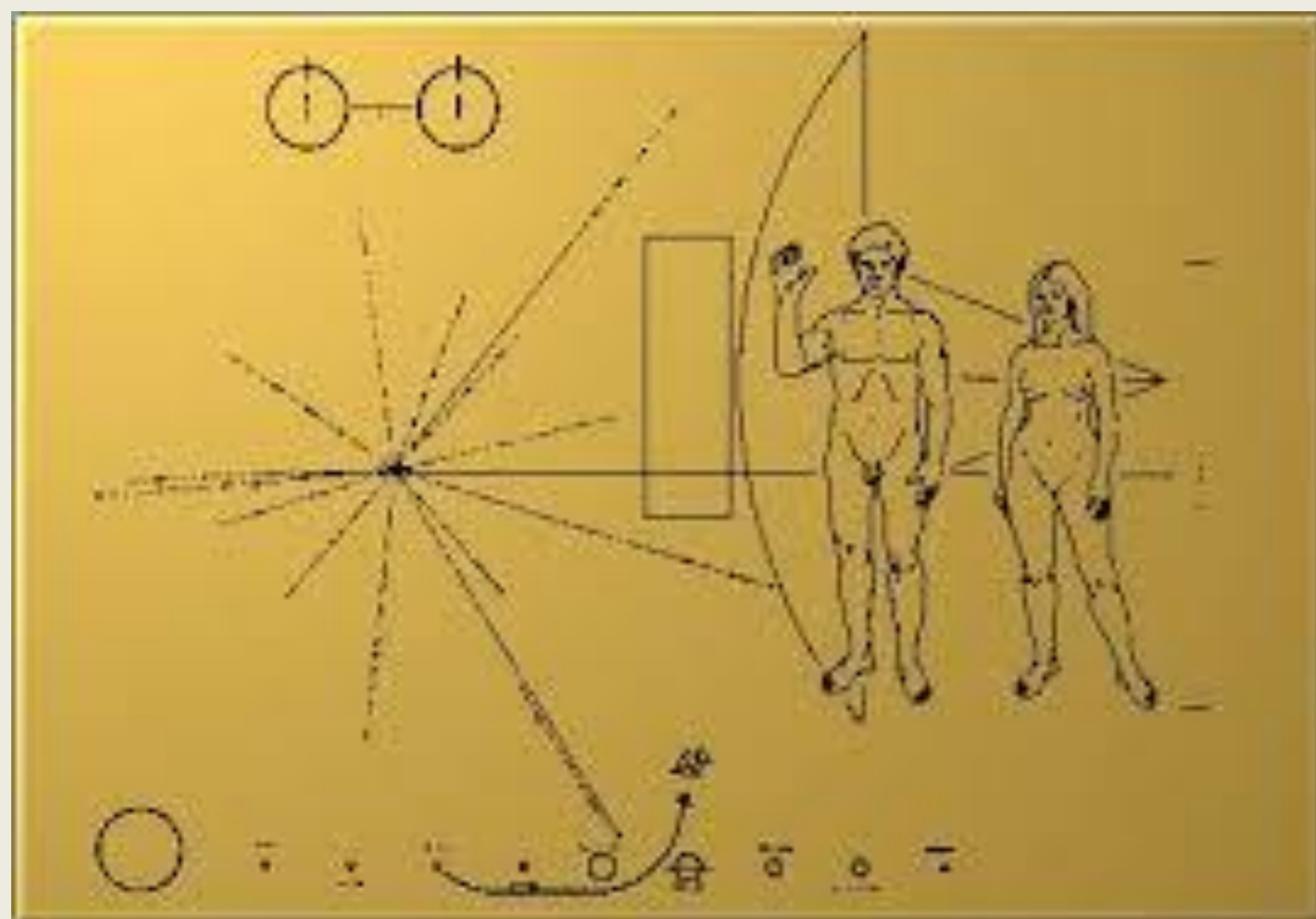


Ambas sondas han sobrepasado su tiempo de vida calculado en un principio. Cada sonda obtiene su energía eléctrica de tres RTGs, (Generador termoeléctrico de radioisótopos) de los cuales se espera que estén generando suficiente energía para que las sondas estén en comunicación con la Tierra hasta por lo menos el año 2025



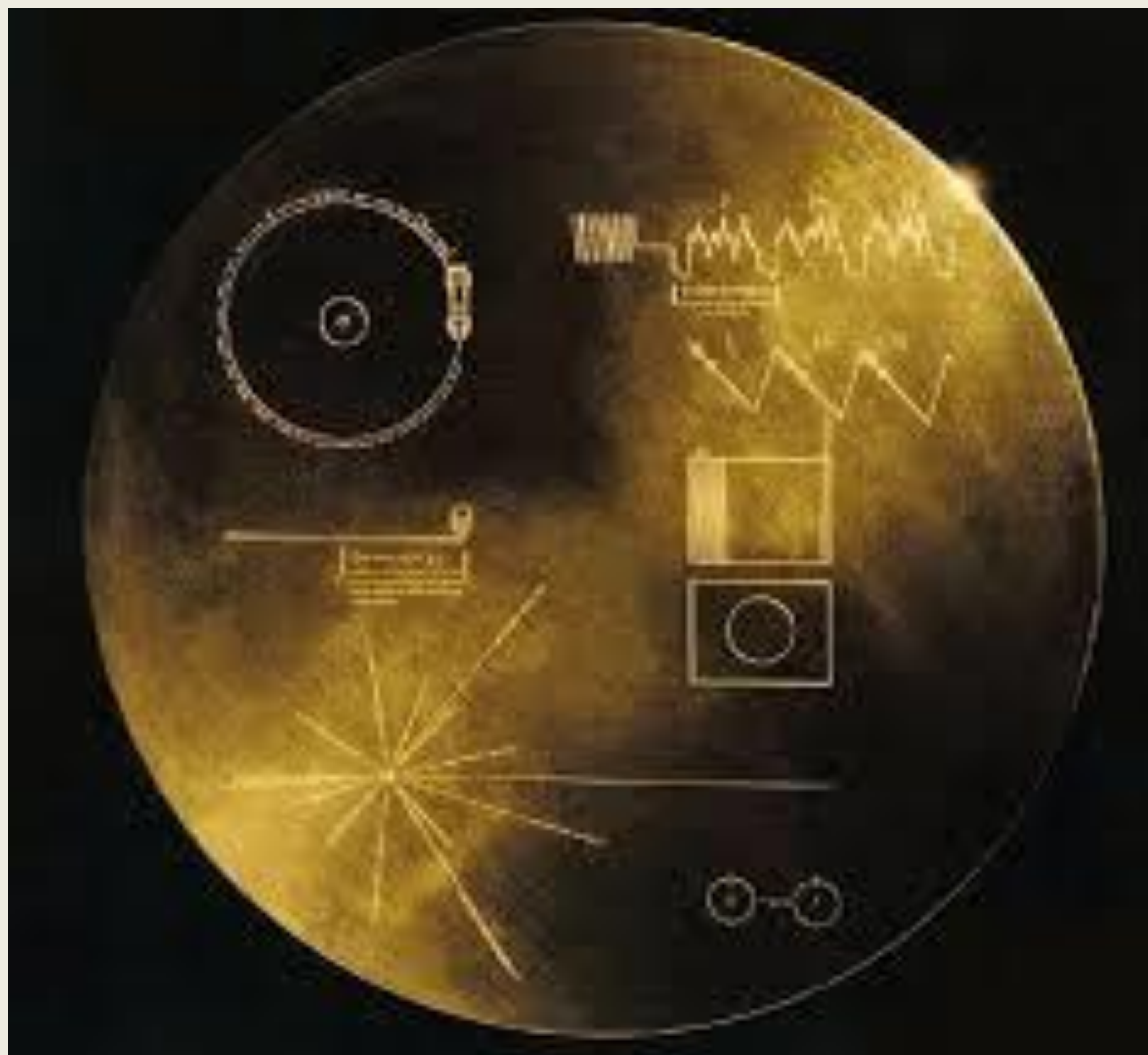
# Planificación y lanzamiento

La sonda fue lanzada el 5 de septiembre de 1977 desde el Centro Espacial Kennedy de la NASA en Cabo Cañaveral a bordo de un cohete Titan IIIE. Un defecto de quemado de combustible de la segunda fase del cohete hizo, en principio, temer a los técnicos que la sonda no llegase a Júpiter. Sin embargo, la fase superior Centauro permitió compensar este defecto.
A pesar de haber sido lanzada después de su gemela Voyager 2, la Voyager 1 siguió una trayectoria más rápida, por lo que llegó antes a Júpiter.

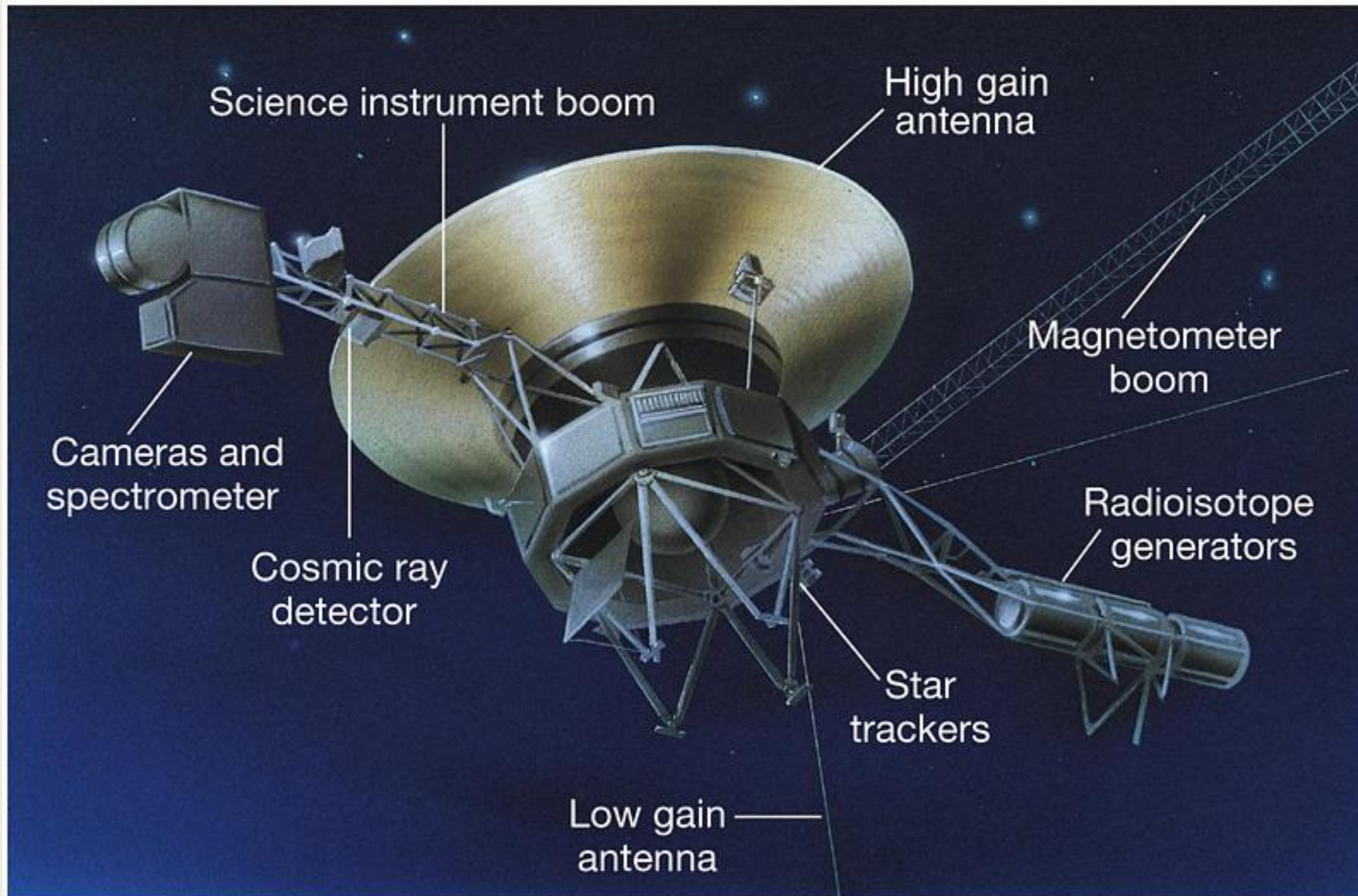


# Desarrollo de la misión

Voyager 1 realizó sus primeras fotografías de Júpiter en enero de 1979 y alcanzó su máximo acercamiento el 5 de marzo de 1979 a una distancia de 278 000 km. En su misión a Júpiter realizó 19 000 fotografías, en un periodo que duró hasta abril. Debido a la máxima resolución permitida por tal acercamiento, la mayor parte de las observaciones acerca de los satélites, anillos, campo magnético y condiciones de radiación de Júpiter fueron tomadas en un periodo de 48 horas alrededor de dicho acercamiento.



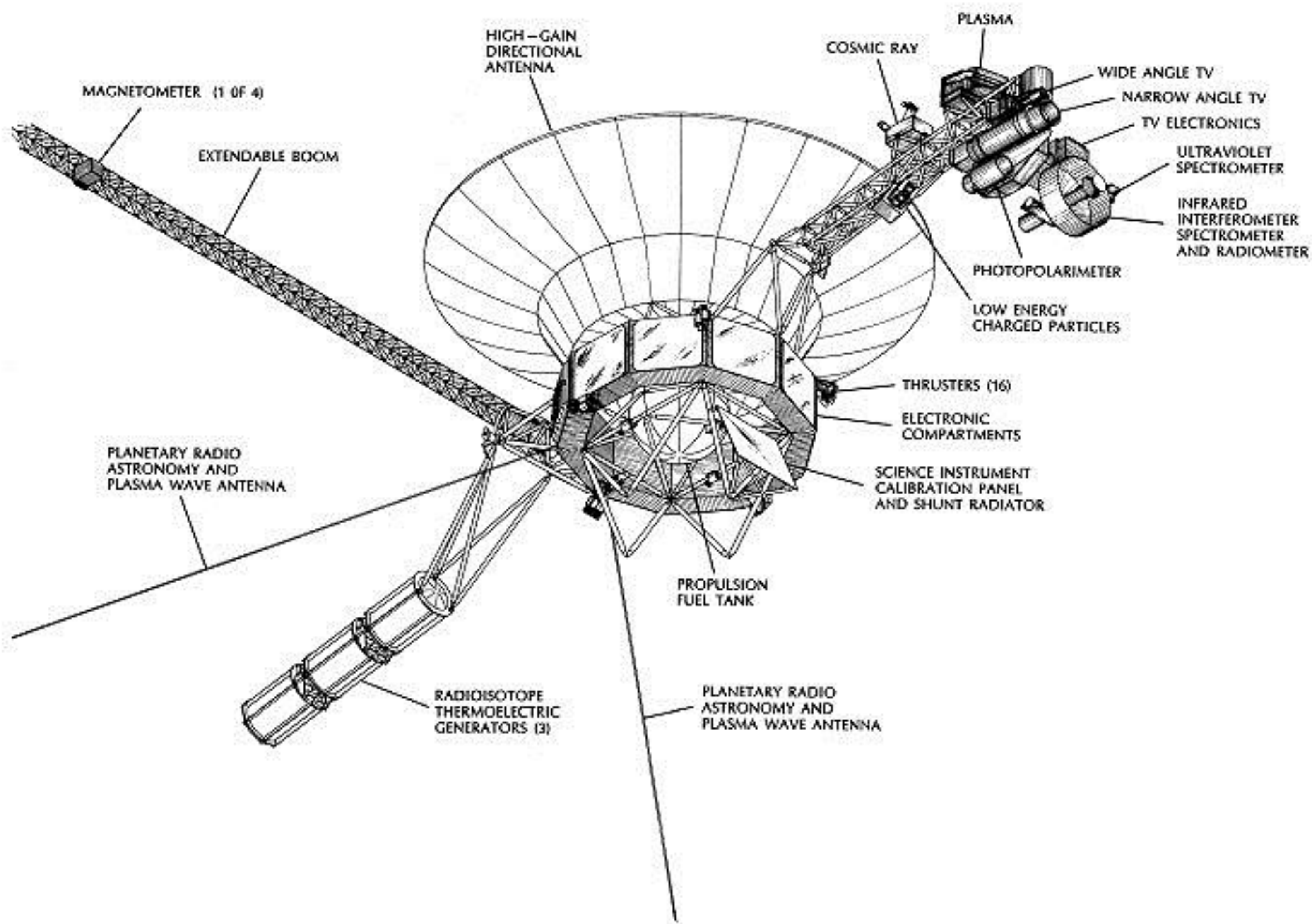
Para fotografiar el planeta Júpiter, la NASA optó por el Sistema Bicolor Simplificado del inventor mexicanoGuillermo González Camarena, que era más simple en cuanto a electrónica que el sistema norteamericanoNTSC, para una misión a tan larga distancia.Se acercó a 18 640 km del satélite Io de Júpiter y pudo observar por primera vez actividad volcánica fuera de la Tierra, algo que pasó inadvertido para las Pioneer 10 y 11. El descubrimiento fue realizado por la ingeniera de navegación Linda A. Morabito durante un examen de una fotografía varias horas después del sobrevuelo.


Science instrument boom
High gain
antenna
Magnetometer
boom
Cameras and
spectrometer
Radioisotope
generators
Cosmic ray
detector
Star
trackers
Low gain
antenna

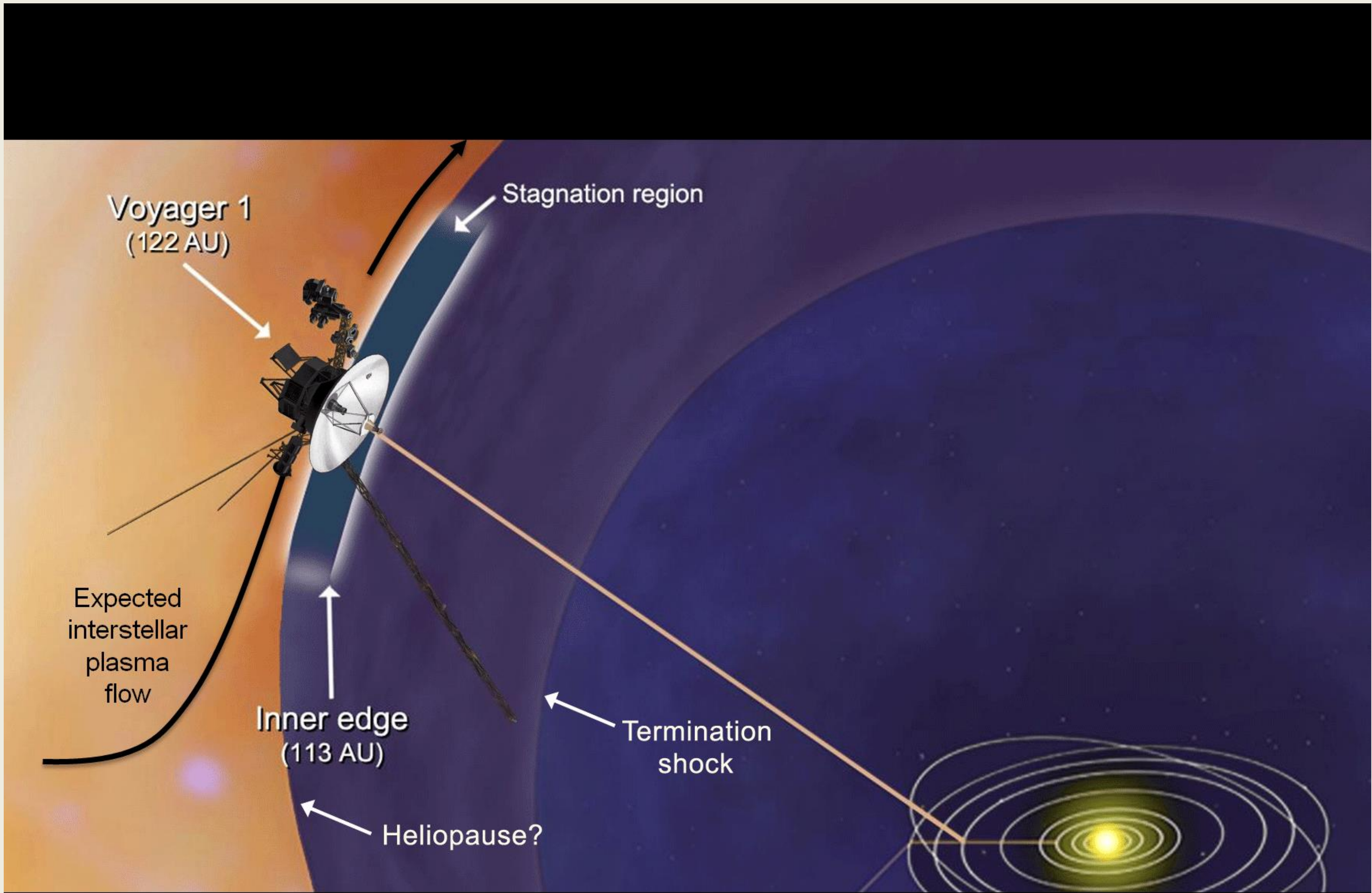
# Saturno

Acelerada por el campo gravitatorio de Júpiter, alcanzó Saturno el 12 de noviembre de 1980, acercándose a una distancia de 124 200 km. En esta ocasión descubrió estructuras complejas en el sistema de anillos del planeta y consiguió datos de la atmósfera de Saturno y de su mayor satélite natural, Titán, de la que pasó a menos de 6500 km.




HIGH-GAIN DIRECTIONAL ANTENNA
MAGNETOMETER (1 OF 4)
EXTENDABLE BOOM
COSMIC RAY
PLASMA
WIDE ANGLE TV
NARROW ANGLE TV
TV ELECTRONICS
ULTRAVIOLET SPECTROMETER
INFRARED INTERFEROMETER SPECTROMETER AND RADIOMETER
PHOTOPOLARIMETER
LOW ENERGY CHARGED PARTICLES
THRUSTERS (16)
ELECTRONIC COMPARTMENTS
SCIENCE INSTRUMENT CALIBRATION PANEL AND SHUNT RADIATOR
PLANETARY RADIO ASTRONOMY AND PLASMA WAVE ANTENNA
PROPULSION FUEL TANK
RADIOISOTOPE THERMOELECTRIC GENERATORS (3)
PLANETARY RADIO ASTRONOMY AND PLASMA WAVE ANTENNA

Debido al descubrimiento de atmósfera en este satélite, los controladores de la misión decidieron que la Voyager 1 hiciera un acercamiento más cercano a esta luna, sacrificando así las siguientes etapas de su viaje: Urano y Neptuno, que fueron visitadas por su gemela Voyager 2.
Este segundo acercamiento a Titan aumentó el impulso gravitatorio de la sonda, alejándola del plano de la eclíptica y poniendo fin a su misión planetaria. equilibrar la luminosidad de ambos cuerpos.


Voyager 1
(122 AU)
Stagnation region
Expected
interstellar
plasma
flow
Inner edge
(113 AU)
Termination
shock
Heliopause?

# En los límites del Sistema Solar

El 17 de febrero de 1998 a las 23:10 (hora europea), la Voyager 1 se encontraba a 10 400 000 000 km de la Tierra, récord establecido 10 años antes por la sonda Pioneer 10.
En septiembre de 2004, la Voyager 1 alcanzó una distancia de 14 mil millones de kilómetros (93,2 UA, 8700 millones de millas o 13 horas luz) del Sol y es por lo tanto el objeto más lejano construido por el hombre. El 15 de agosto de 2006 la sonda Voyager 1 alcanzó la distancia con respecto al Sol de 100 UA, esto es, casi 15 000 millones de km.

VOYAGER 2

VOYAGER 1

+5d
+3d
+3d
-3d
+1d 19h
-3d

DIRECTION OF ORBITAL ROTATIONS

16h 57m
+1d
-3d
+1d
-4d
+3d
+6h 35m
+3h 5m
-4d
-3d
-18h
-18h 5m
ORBIT OF RHEA
+5d
+3d
ORBIT OF TITAN
ORBIT OF HYPERION
-1d
-1d 2h
-2d
-4d
-4d
-3d 2h
-3d
ORBIT OF IAPETUS
+5d

VOYAGER 1

ENCELADUS +2h 4m
MIMAS +1h 54m
DIONE +3h 53m
TETHYS -1h 30m

VOYAGER 2

TETHYS +2h 48m
DIONE -2h 20m
MIMAS -0h 50m
ENCELADUS +0h 21m

VOYAGER 1
North
SATURNIAN SPIN-AXIS
ECLIPTIC
VOYAGER 2
ORBIT OF IAPETUS

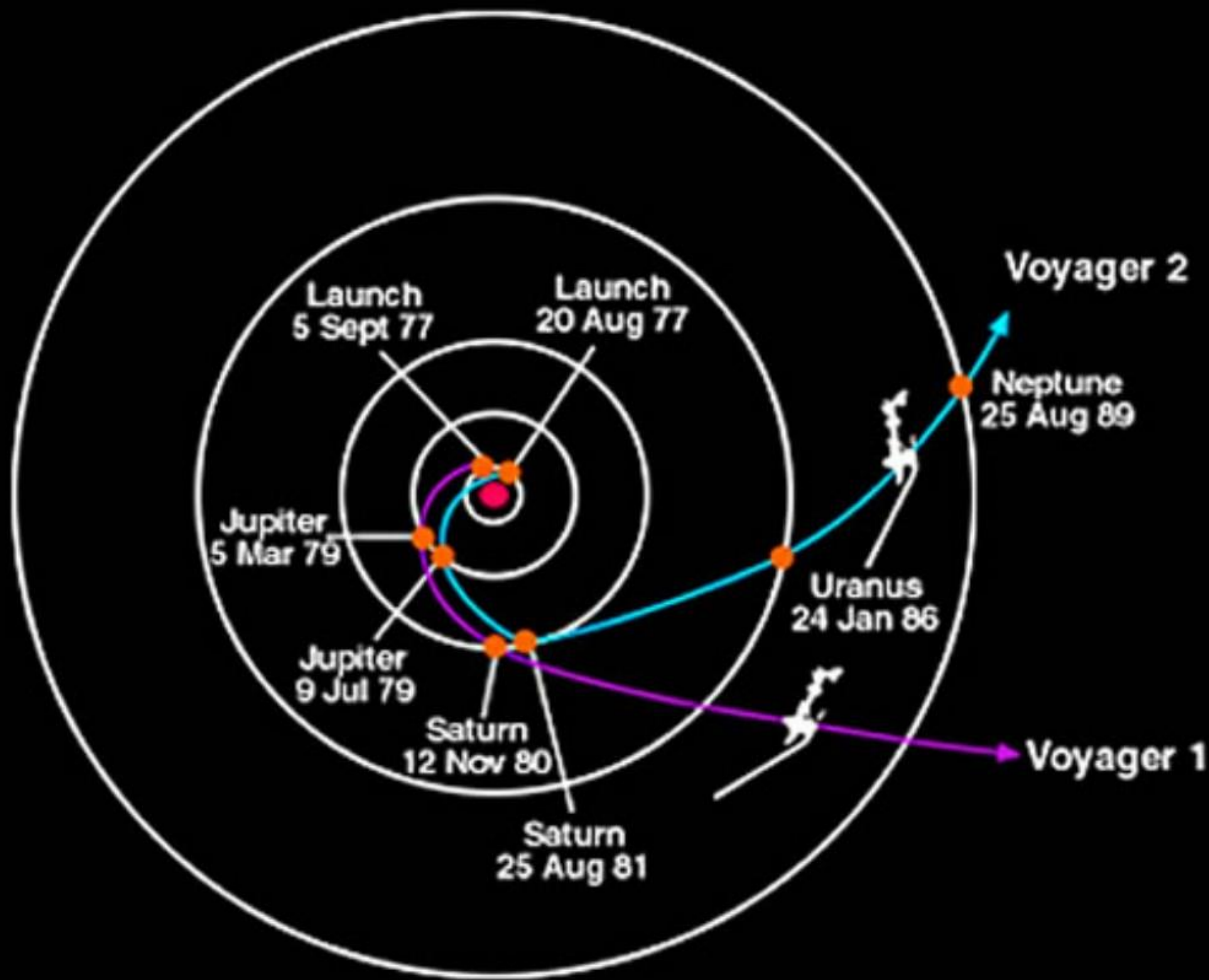
ORBIT OF DIONE
ORBIT OF TETHYS
ORBIT OF ENCELADUS
ORBIT OF MIMAS

DIRECTION OF ORBITAL ROTATIONS

RINGS D C B A F G E (CENTER)

EARTH – MOON SYSTEM 384,402 km

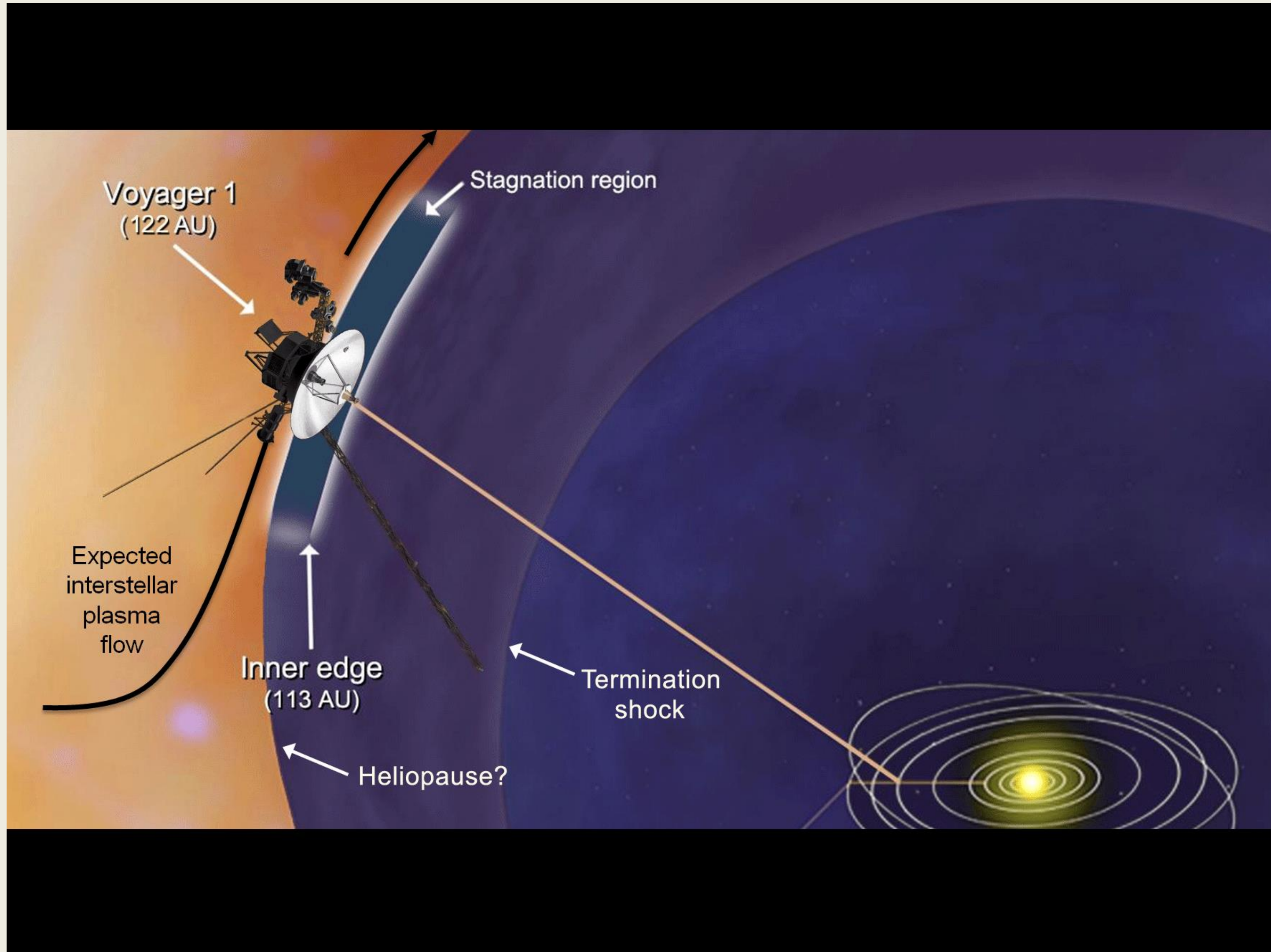
Se aleja con una velocidad de 3,6 unidades astronómicas (29 minutos-luz) por año del Sol, lo que corresponde a 17 km/s. Medidas exactas apuntan a que la velocidad disminuye muy lentamente de forma imprevista. Las causas de este frenado son objeto de diversas controversias.
En una declaración de prensa, el 24 de mayo de 2005 la NASA declaró que la Voyager 1 había alcanzado como primer objeto construido por elhombre, la zona llamada frente de choque de terminación, y continuará viajando por la región conocida como heliofunda, la última frontera delSistema Solar, próxima a la heliopausa.


Voyager 2
Launch
5 Sept 77
Launch
20 Aug 77
Neptune
25 Aug 89
Jupiter
5 Mar 79
Uranus
24 Jan 86
Jupiter
9 Jul 79
Saturn
12 Nov 80
Voyager 1
Saturn
25 Aug 81

Al viajar muy distante del Sol, para su funcionamiento la Voyager 1 recibe su energía de tres generadores termoeléctricos de radioisótopos (RTG), que convierten el calor de la desintegración radiactiva del plutonio en electricidad, en lugar de los paneles solares utilizados en otras muchas sondas para viajes interplanetarios. Se estimó que la energía generada por esta *pila nuclear* bastaría para alimentar los principales sistemas hasta el año 2025. Los datos de degradación del RTG muestran que se ha conservado en mejor estado de lo previsto, por lo que la duración debería ser mayor.

# Misión interestelar

Ambas sondas Voyager tendrán suficiente energía para operar hasta el año 2025



| AÑO-DÍA | Término de sus funciones científicas |
| --- | --- |
| 2007-032 | Se apaga el Subsistema de Plasma (PLS). En 2007-013 se apaga el calentador de este instrumento. |
| 2008-015 | Apagado del experimento de Radioastronomía Planetaria (PRA) |
| ~FIN 2010 | Apagado de la plataforma de escaneado y las observaciones UV |
| ~2015* | Terminan las operaciones con la cinta de datos (DTR) |
| ~2016 | Terminan las operaciones con los giroscopios |
| ~2020 | Se inicia el apagado selectivo de instrumentos |

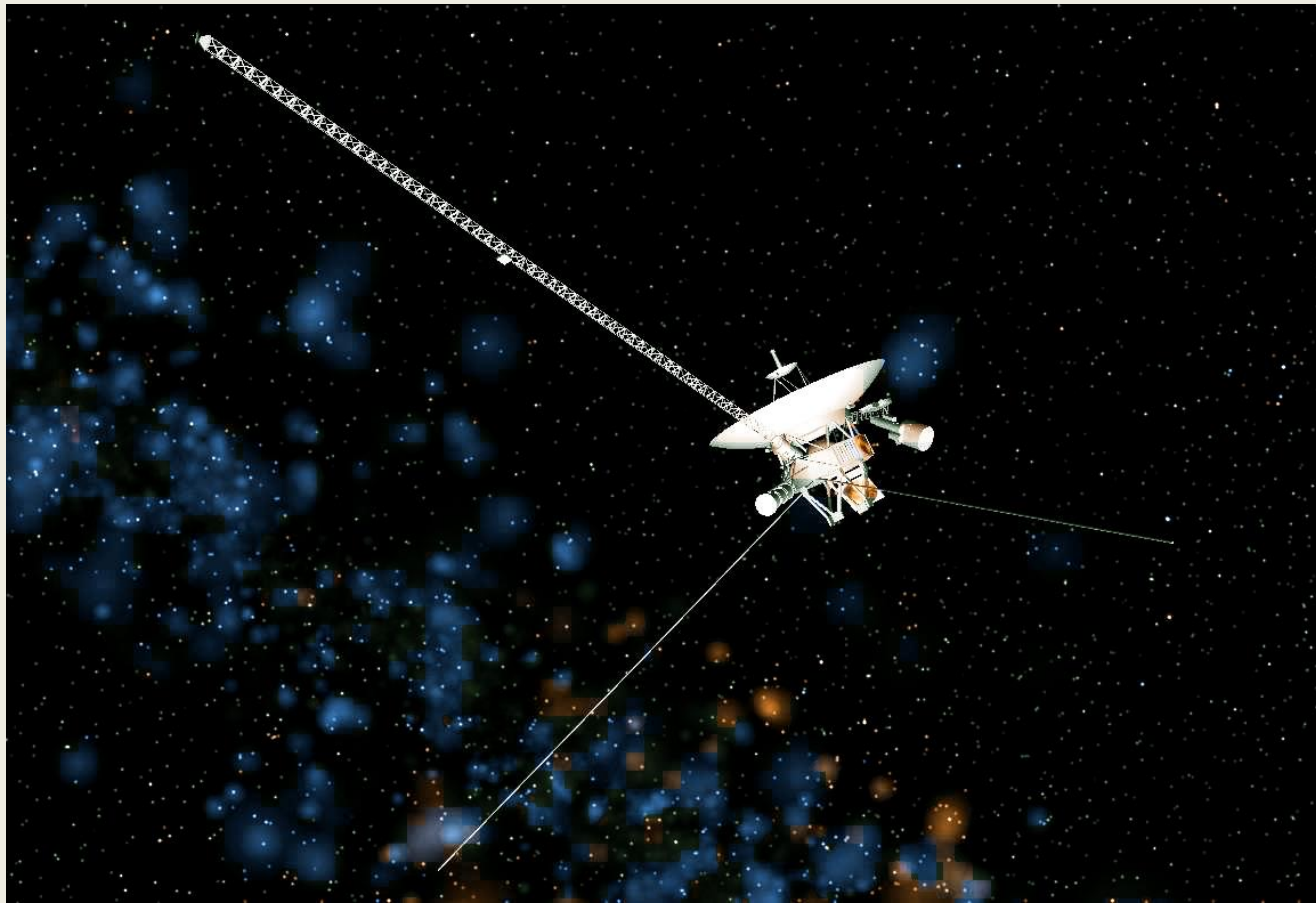
* Las operaciones con la cinta de datos están sujetas a la capacidad de recibir datos a 1,4 kbps a través de la DSN (Red de espacio profundo), pudiendo alargarse en caso de usar una futura red con más sensibilidad.

** No antes de esta fecha.

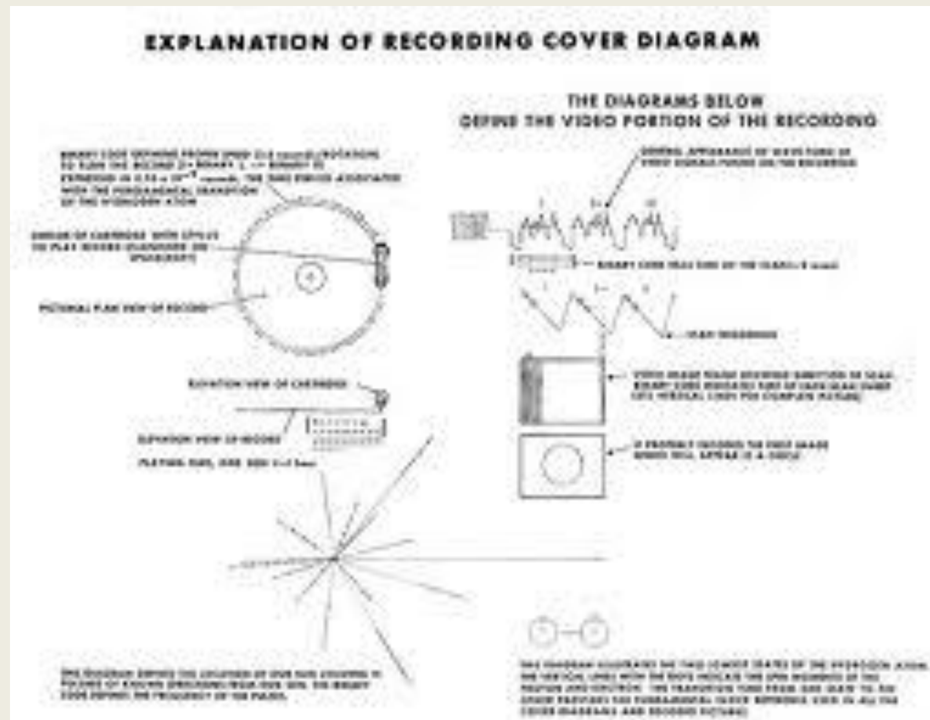
El 7 de julio de 2009 la Voyager 1 estaba a 109,71 UA (16 414 millones de kilómetros) del Sol, cuando cruzó el frente de choque de terminación entrando en la Heliofunda, la zona terminal entre el Sistema Solar y el Espacio Interestelar, una vasta área donde la influencia del Sol cede ante las radiaciones de otros cuerpos lejanos de la galaxia. A esta distancia, las señales del Voyager 1 tardaban más de catorce horas en alcanzar el centro de control en el *Jet Propulsion Laboratory* en La Cañada Flintridge, California.

Desde el 8 de abril de 2011, a 17 490 millones de kilómetros del Sol,[3] detectó un cambio en el flujo de partículas por la cercanía del fin de laheliosfera, que resulta ser ovalada. Los científicos saben que es así debido a la forma en que se comportaba el viento solar al paso de la Voyager.

Esta corriente de partículas cargadas forma una burbuja alrededor nuestro Sistema Solar conocido como la heliosfera. El viento se desplaza a velocidad "supersónica" hasta que cruza con una onda de choque llamado choque de terminación.
A este punto, el viento disminuye drásticamente su velocidad y se calienta en una región llamada la heliopausa. La Voyager ya determinó que la velocidad del viento en su ubicación presente se ha reducido a cero. Esto significa que Voyager ya alcanzó la región donde el viento solar empieza a dar vuelta sobre sí mismo mientras se estrella contra las partículas del espacio interestelar.



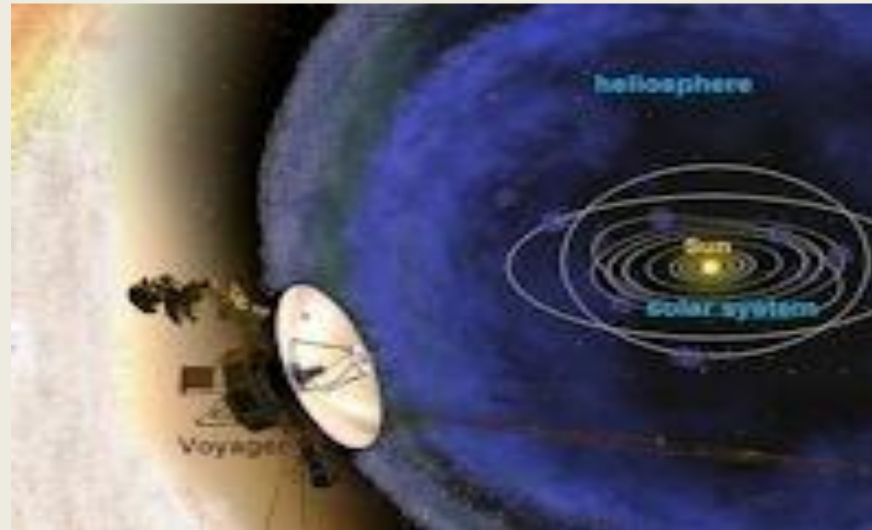
El 14 de junio de 2012 la NASA anunció que la Voyager 1 ha informado de un marcado aumento en la detección de partículas cargadas del espacio interestelar, que normalmente son desviadas por los vientos solares dentro de la heliosfera. Esto es considerado como el borde del sistema solar a una distancia de 120,07 UA (17 860 millones de kilómetros) de la Tierra, ya la sonda comienza a entrar en el espacio interestelar.



El 12 de septiembre de 2013 los científicos de la NASA alcanzaron un consenso basándose en las observaciones que mostraron una brusca disminución de electrones por metro cúbico desde el 25 de agosto de 2012, cuando ésta se redujo hasta 0,08 electrones, quedando dentro de las estimaciones que los modelos actuales predicen para más allá del Sistema Solar, que estaría entre 0,05 y 0,22 electrones por metro cúbico. De esta manera, la Voyager 1 se convierte en el primer objeto creado por el hombre en superar la heliopausa y adentrarse en el espacio interestelar. Ahora a 19 000 millones de km, (septiembre 2013) la sonda se dirige en dirección del centro de nuestra galaxia, la Vía Láctea, dejando el espacio dominado por la influencia de nuestro Sol desde el 25 de agosto de 2012 y entrando así en el espacio entre las estrellas - el espacio interestelar.

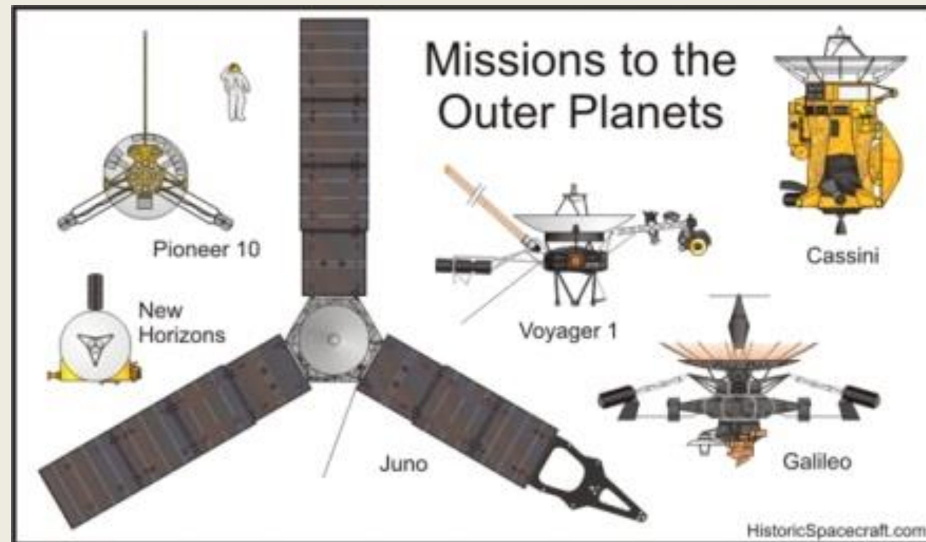
**27 de junio de 2013**:

Tres nuevos artículos publicados en la edición de hoy de la revista de investigación *Science* sugieren que la sonda Voyager 1, la cual está ubicada a más de 18 mil millones de kilómetros del Sol, se encuentra próxima a ser el primer objeto artificial en alcanzar el espacio interestelar.




Los resultados publicados en la edición de hoy de Science sugieren que Voyager 1 se está aproximando al borde de la heliosfera. [Más información]

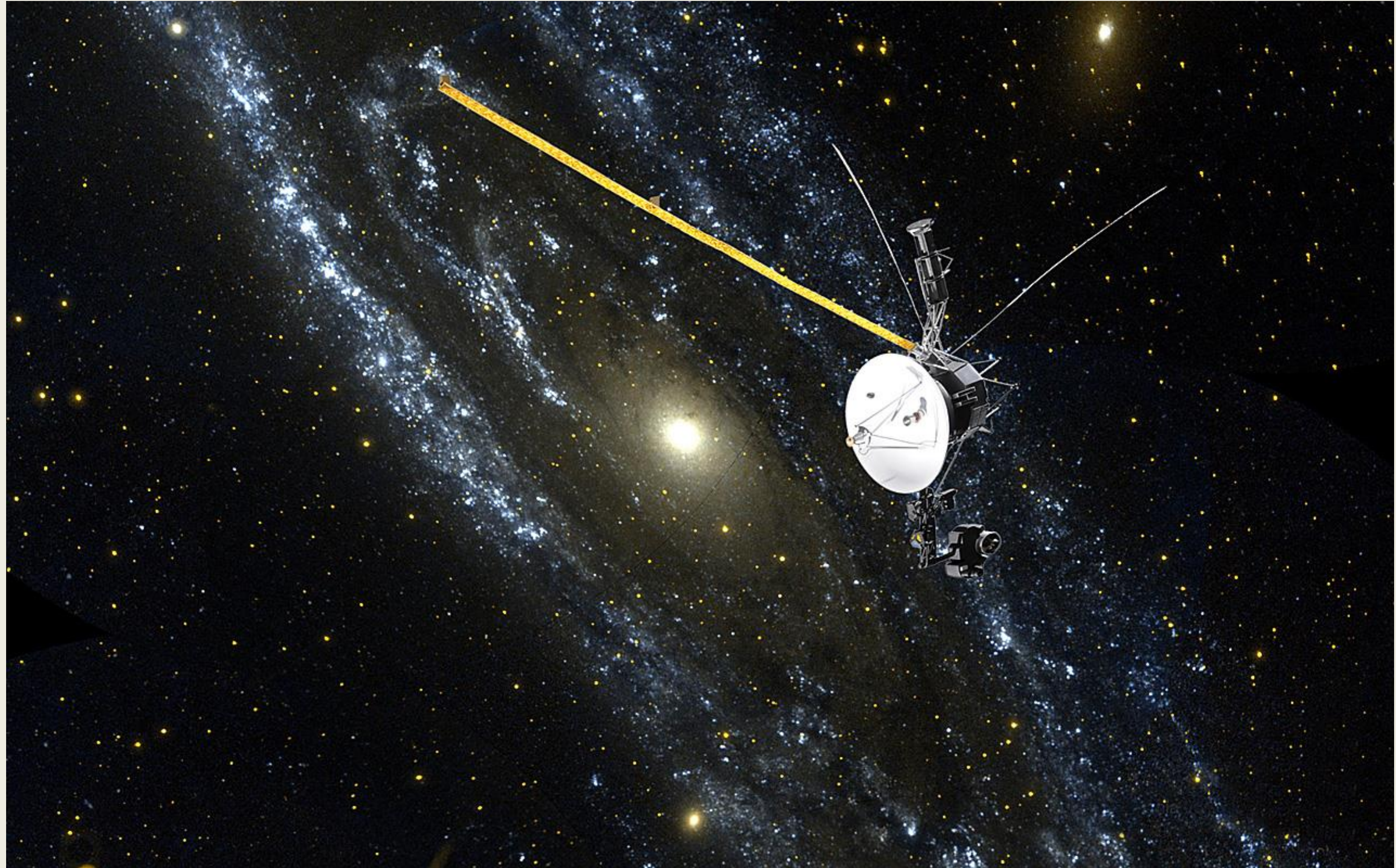
"Gracias a Voyager 1, el explorador más distante de la humanidad, la última y extraña región antes de llegar al espacio interestelar se está tornando cada vez más evidente", dijo Ed Stone, quien es un científico del proyecto Voyager, del Instituto de Tecnología de California, ubicado en Pasadena.
Voyager 1 se encuentra cerca del borde de la heliosfera, una vasta burbuja creada por el campo magnético del Sol. Cuando Voyager atraviese esta burbuja, saldrá finalmente del sistema solar y se adentrará en el espacio interestelar: el dominio de las estrellas.



Los artículos describen cómo la reciente entrada de la sonda Voyager 1 a una región llamada "la autopista magnética" reveló dos de las tres pistas que indican que se atravesó el borde de la heliosfera: partículas cargadas que desaparecen conforme escapan a lo largo del campo magnético solar y rayos cósmicos de origen lejano que ingresan a toda velocidad. Los científicos aún no han observado la tercera pista, un cambio abrupto en la dirección del campo magnético, lo cual indicaría la presencia del campo magnético interestelar.



"Si miráramos los datos sobre los rayos cósmicos y las partículas cargadas, por sí solos, pensaríamos que Voyager ya alcanzó el espacio interestelar", dijo Stone, "pero el equipo siente que Voyager 1 no ha llegado todavía porque aún estamos en el dominio del campo magnético del Sol".

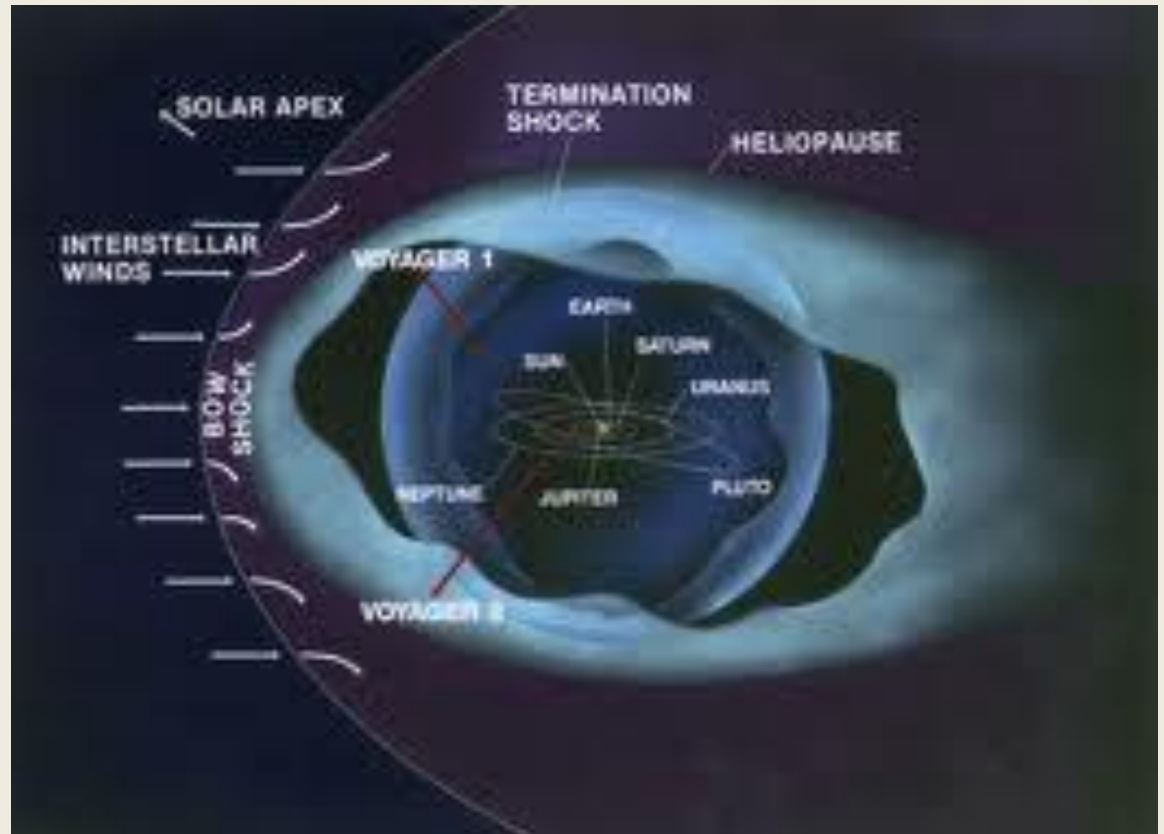


Voyager 1 y su nave gemela Voyager 2 fueron lanzadas en el año 1977. Visitaron Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno antes de embarcarse en su misión interestelar, en 1990. Su meta es ahora salir de la heliosfera. Medir el tamaño de la heliosfera es parte de la misión de las sondas Voyager.

Voyager 2 se encuentra aproximadamente a 15 mil millones de kilómetros (9 mil millones de millas) del Sol y aún está dentro de la heliosfera. Por su parte, Voyager 1 se encontraba a unos 18 mil millones de kilómetros (11 mil millones de millas) del Sol cuando el 25 de agosto de 2012 alcanzó la autopista magnética, la cual parece conectar a la nave con el espacio interestelar.

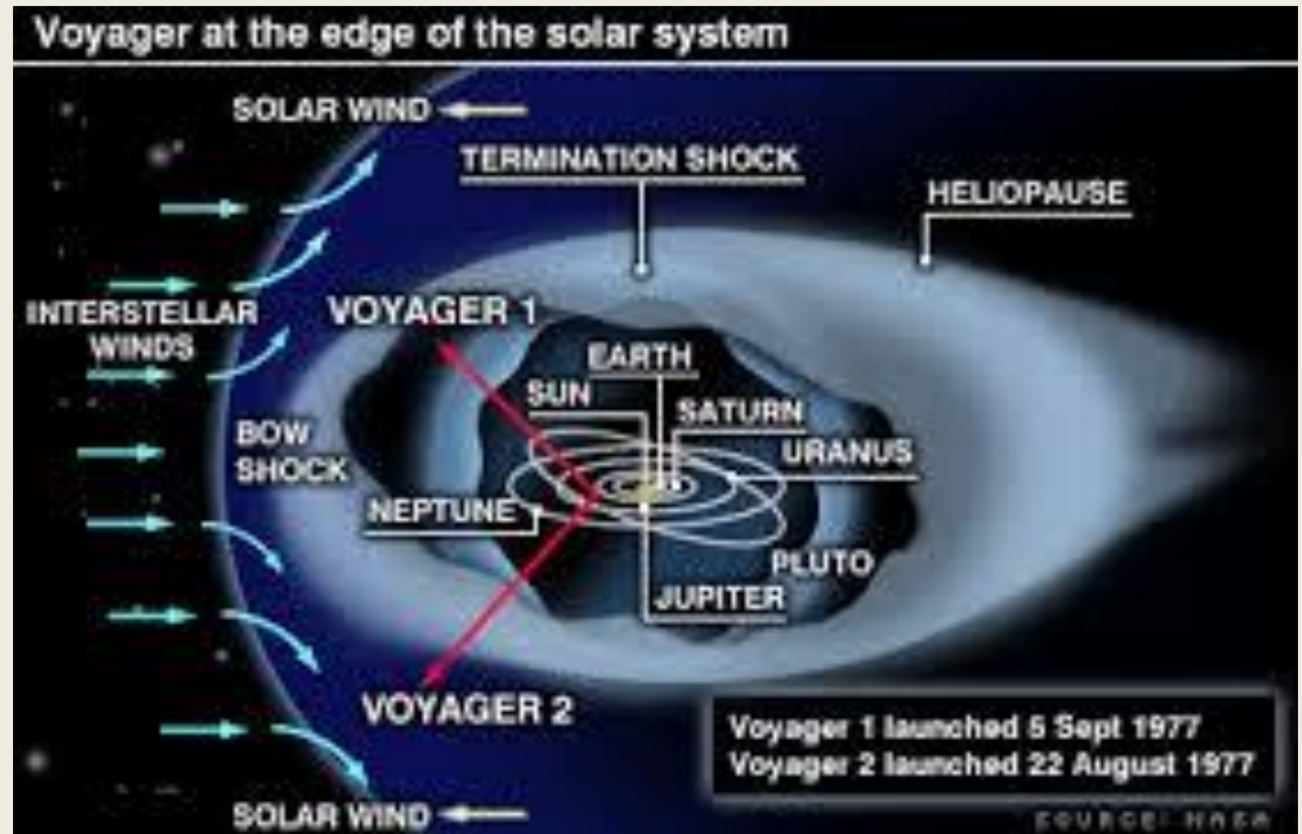


Esta región permite a las partículas cargadas viajar hacia dentro y hacia afuera de la heliosfera montadas sobre una tersa línea de campo magnético, en lugar de hacer tumbos en todas direcciones como si estuvieran atrapadas en una red de carreteras pequeñas. Voyager 1, por lo tanto, puede obtener una muestra del espacio interestelar antes de entrar propiamente en ese nuevo dominio.



Los científicos no saben exactamente qué tan lejos debe aún viajar Voyager 1 para alcanzar el espacio interestelar. Estiman que podría tomarle varios meses, e incluso años, llegar allí. La llegada podría ocurrir en cualquier momento, así que manténgase al tanto.

Para obtener más información acerca de la misión de las naves Voyager,



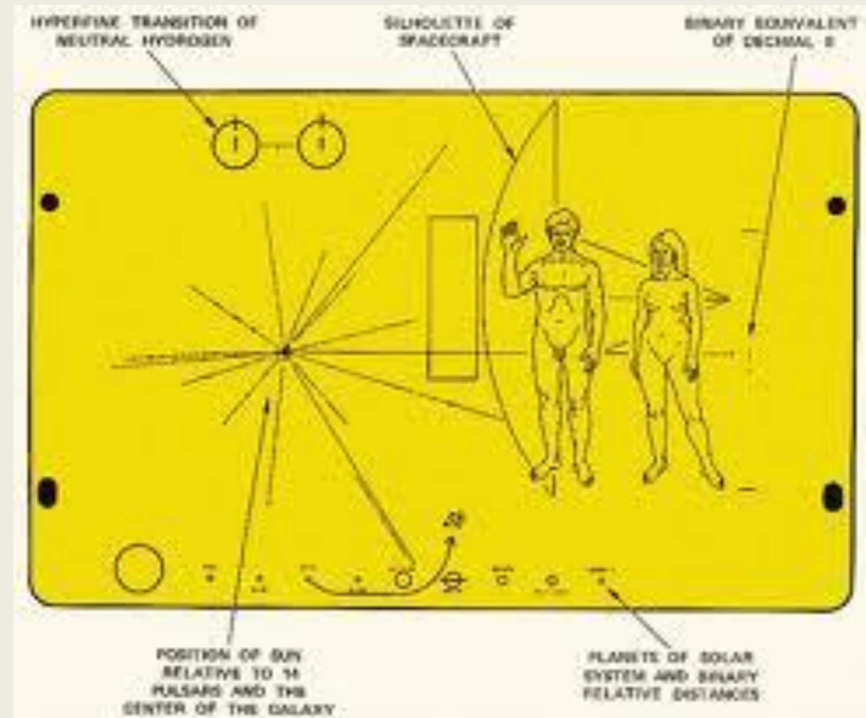
Los científicos no saben exactamente qué tan lejos debe aún viajar Voyager 1 para alcanzar el espacio interestelar. Estiman que podría tomarle varios meses, e incluso años, llegar allí. La llegada podría ocurrir en cualquier momento, así que manténgase al tanto.

Para obtener más información acerca de la misión de las naves Voyager.

visite:http://www.nasa.gov/voyager y http://voyager.jpl.nasa.gov.

**Más información**

Los artículos publicados en *Science* se enfocan en las observaciones de rayos cósmicos y partículas cargadas de baja energía llevadas a cabo por la sonda Voyager 1 entre mayo y septiembre de 2012, con datos adicionales de partículas cargadas obtenidos hasta abril de este año.




JPL

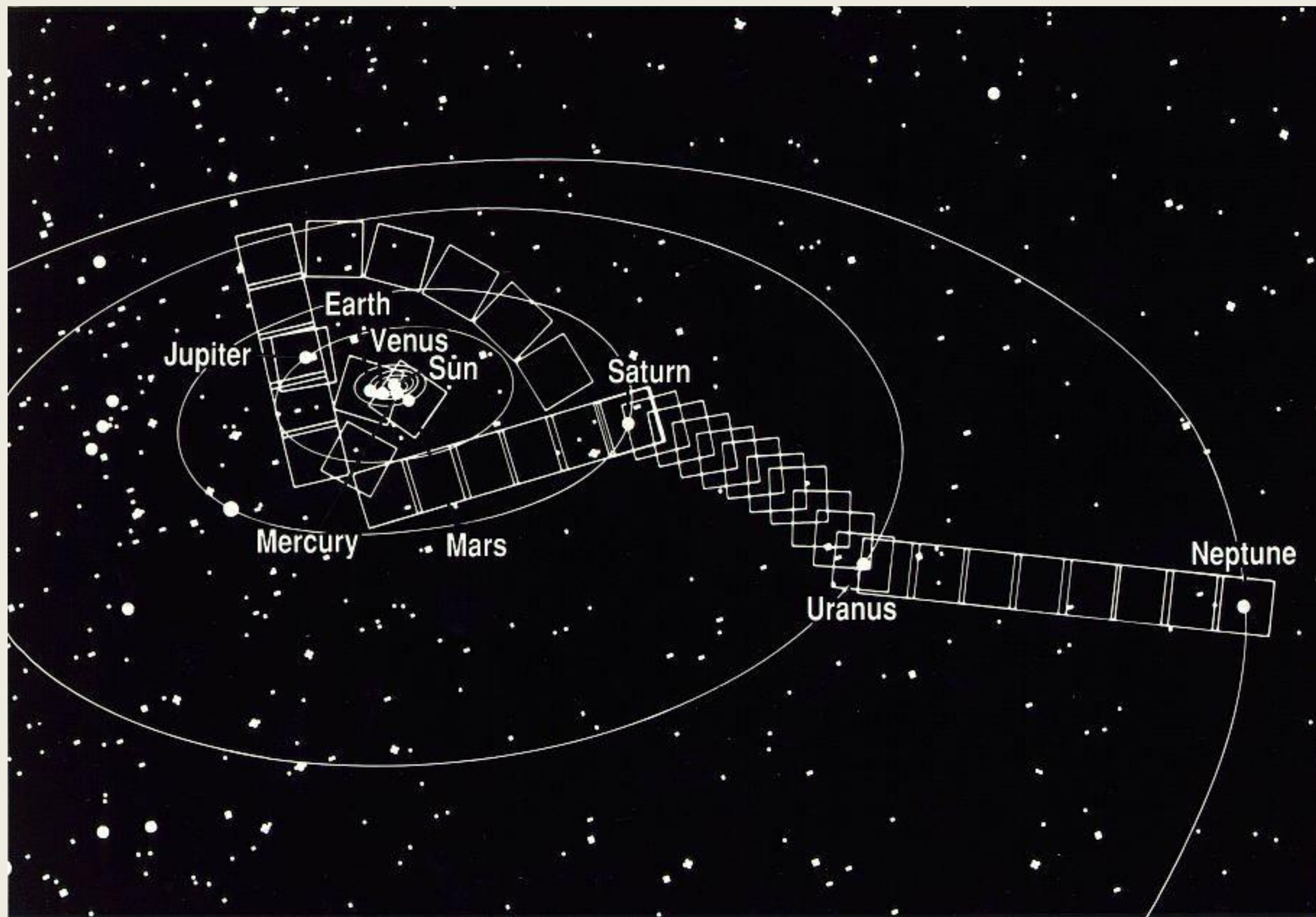



Un medidor, en la página principal de Voyager, indica los niveles de dos de las tres pistas clave que los científicos creen indicarán el momento en el cual las naves dejen nuestro vecindario solar y se adentren en el espacio interestelar. [Más información]

Al ingresar a la autopista magnética, "vimos una dramática y rápida desaparición de las partículas que se originaban en el Sol. Su intensidad disminuyó más de mil veces, como si hubiera una enorme bomba de vacío en la rampa de entrada a la autopista magnética", dijo Stamatios Krimigis, quien es el investigador principal del instrumento de partículas cargadas de baja energía, del Laboratorio de Física Aplicada de la Universidad John Hopkins (Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, en idioma inglés), ubicado en Laurel, Maryland. "Nunca habíamos observado antes una disminución de tal magnitud, excepto quizás cuando Voyager 1 abandonó la magnetosfera gigante de Júpiter, hace unos 34 años".

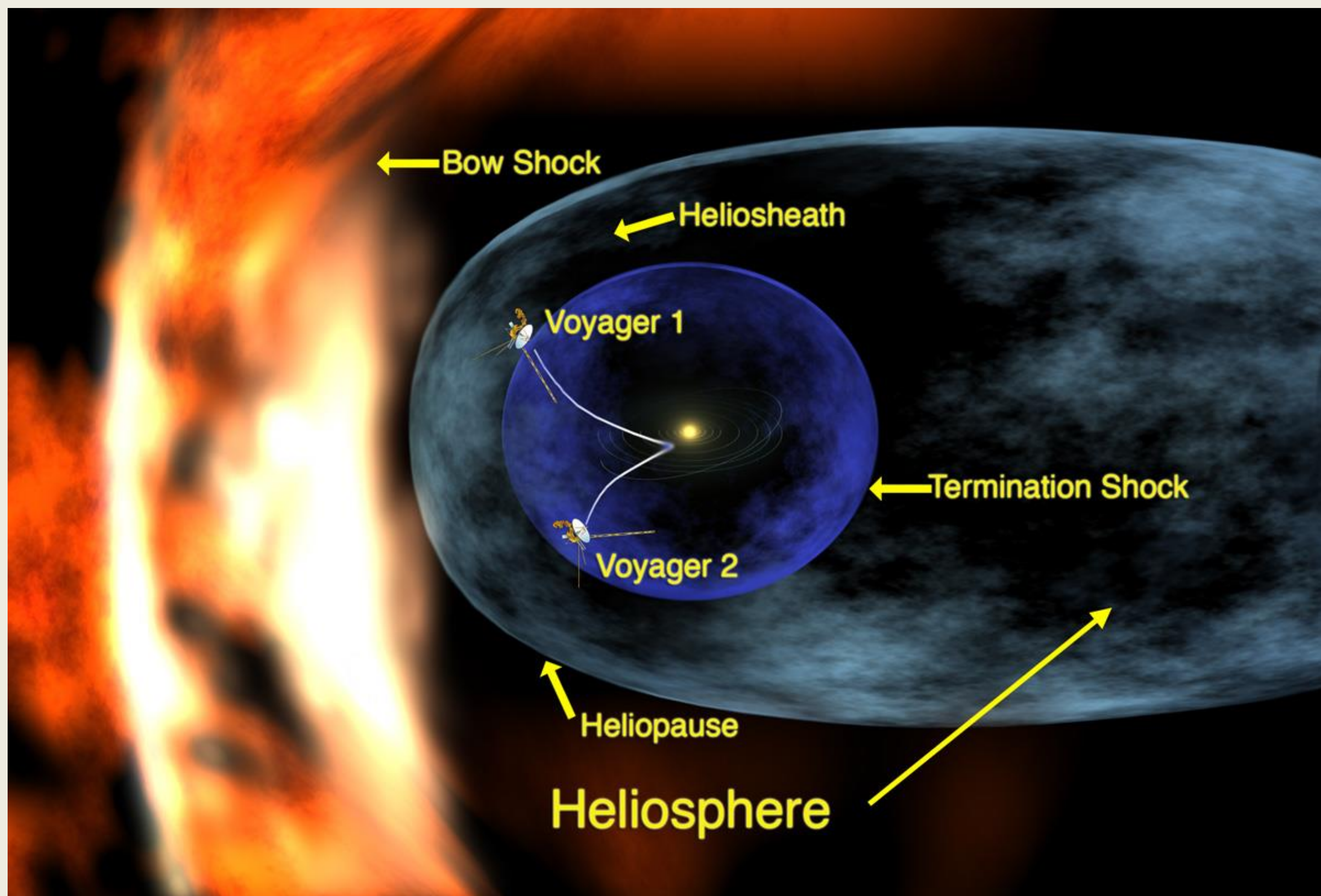

This addon for the Celestia
3D Space Simulator can be found at:

Hay otro comportamiento de las partículas cargadas, el cual fue observado por la sonda Voyager 1, que también sugiere que la nave continúa en una región de transición hacia el medio interestelar. Conforme cruzaban hacia la nueva región, las partículas cargadas que se originan dentro de la heliosfera y que decrecieron más rápidamente fueron aquellas que viajaban de manera más recta a lo largo de las líneas de campo magnético. Las partículas que se movían perpendicularmente al campo magnético no decrecieron tan rápidamente. Sin embargo, los rayos cósmicos que se movían a lo largo de las líneas de campo de la autopista magnética eran un poco más numerosos que aquellos que se movían perpendicularmente al campo. Se espera que en el espacio interestelar la dirección de movimiento de las partículas cargadas no sea relevante.


Earth
Venus
Jupiter
Sun
Saturn
Mercury
Mars
Neptune
Uranus

En el transcurso de 24 horas, el campo magnético proveniente del Sol comenzó a apilarse, como automóviles embotellados en la rampa de salida de una autopista. Pero los científicos pudieron medir que el campo magnético prácticamente no cambió de dirección, pues no se modificó en más de 2 grados.

"Un solo día hizo mucha diferencia en esta región, donde el campo magnético súbitamente duplicó su intensidad y se volvió extraordinariamente uniforme", dice Leonard Burlaga, que es el autor principal de uno de los artículos, y quien trabaja en el Centro Goddard para Vuelos Espaciales (Goddard Space Flight Center, en idioma inglés), de la NASA, ubicado en Greenbelt, Maryland. "Pero como no ha habido un cambio significativo en la dirección del campo magnético, lo que estamos observando son todavía líneas de campo que emanan del Sol".



Bow Shock
Heliosheath
Voyager 1
Termination Shock
Voyager 2
Heliopause
Heliosphere

El Laboratorio de Propulsión a Chorro (Jet Propulsion Laboratory o JPL, por su sigla en idioma inglés), de la NASA, en Pasadena, California, construyó y opera las naves Voyager. El Instituto de Tecnología de California (California Institute of Technology, en idioma inglés), en Pasadena, administra el JPL para la NASA. Las misiones Voyager son parte del Observatorio de Sistemas Heliofísicos (Heliophysics System Observatory, en idioma inglés), de la NASA, el cual está patrocinado por la División de Heliofísica del Directorio de Misiones Científicas, en la base de operaciones de la NASA, con sede en Washington.

Referencia:

http://www.astromia.com/fotohistoria/mensaje.htm
http://es.wikipedia.org/wiki/Voyager_1
http://voyager.jpl.nasa.gov/
http://www.nasa.gov/mission_pages/voyager/index.html